

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-303173

(43)Date of publication of application : 25.11.1997

(51)Int.Cl.

F02D 41/04

F02D 45/00

F02D 45/00

F02M 69/04

(21)Application number : 08-118879

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.05.1996

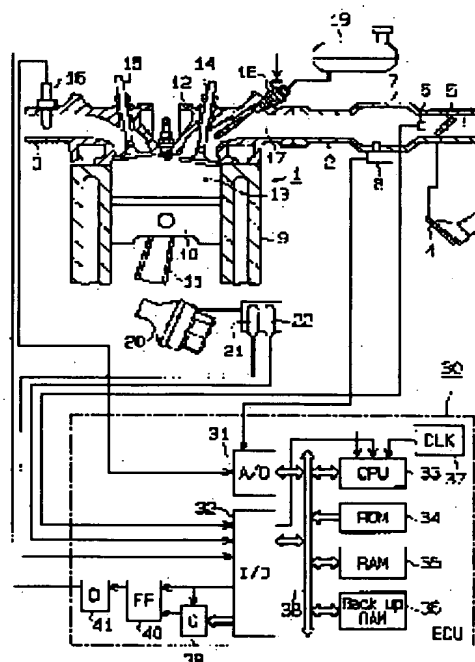
(72)Inventor : MORISHIMA SHINGO
YAMADA JUN
KANEHARA KENJI
KOHAMA TOKIO
NASU MASAHIRO

(54) FUEL INJECTION AMOUNT CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain an amount of fuel injected against an engine at a proper value even during the transition of acceleration of a vehicle.

SOLUTION: An injector 18 is disposed at the intake air port 17 of an internal combustion engine 1 and an intake air pressure sensor 8 is disposed in an intake pipe 2. A CPU 33 in an ECU 30 detects the transient operation state of an internal combustion engine 1 and based on the degree of the change of the intake air pressure, a parameter representing fuel behavior consisting of a rate of adhesion of injection fuel to a wall surface by an injector 18 and a rate of residence of adhesion fuel is variably set based on the degree of the change of an intake air pressure. Further, the CPU 33 corrects a fuel injection amount by using a fuel behavior parameter. In this case, when an intake pressure is changed to the positive side (during acceleration of a vehicle), the rate of adhesion to a wall surface is increased and the rate of residence is decreased. When an intake air pressure is changed to the negative side (deceleration of a vehicle), the rate of adhesion to a wall surface and the rate of residence is increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-303173

(43) 公開日 平成9年(1997)11月25日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/04	3 3 0		F 0 2 D 41/04	3 3 0 P
				3 3 0 B
45/00	3 6 4		45/00	3 6 4 D
	3 7 6			3 7 6 C
F 0 2 M 69/04			F 0 2 M 69/04	R

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-118879

(22) 出願日 平成8年(1996)5月14日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 森島 信悟

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 山田 潤

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

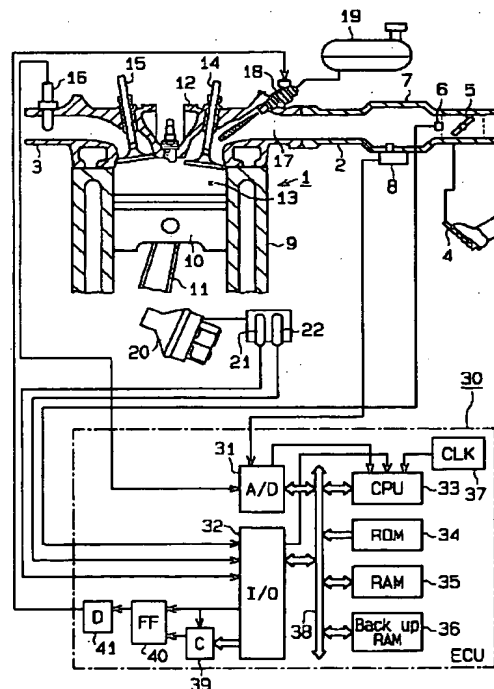
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射量制御装置

(57) 【要約】

【課題】車両の加速過渡時等にあっても同機関への燃料噴射量を常に適正に維持する。

【解決手段】内燃機関1の吸気ポート17にはインジェクタ18が配設され、吸気管2には吸気圧センサ8が配設されている。ECU30内のCPU33は、吸気圧の変化度合から内燃機関1の過渡運転状態を検出すると共に、前記吸気圧の変化度合に基づいて、インジェクタ18による噴射燃料の壁面付着率とその付着燃料の残留率とからなる燃料挙動を表すパラメータを可変に設定する。また、CPU33は、燃料挙動パラメータを用いて燃料噴射量を補正する。かかる場合、吸気圧が正側に变化していれば(車両加速時)、壁面付着率を増加させると共に残留率を減少させ、吸気圧が負側に变化していれば(車両減速時)、壁面付着率を減少させると共に残留率を増加させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関のインジェクタ近傍における燃料の動的挙動モデルを使用して前記インジェクタによる燃料噴射量を制御するようにした内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

前記内燃機関の負荷状態の変化を検出する負荷状態検出手段と、

前記負荷状態検出手段により検出された内燃機関の負荷状態に基づいて、前記インジェクタによる噴射燃料の壁面付着率とその付着燃料の残留率とからなる燃料挙動を表すパラメータを可変に設定するパラメータ可変設定手段と、

前記パラメータ可変手段により設定されたパラメータを用いて前記燃料噴射量を補正する燃料噴射量補正手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項2】前記動的挙動を表すパラメータは、吸気ポートにおける壁面付着率及びその付着燃料の残留率と、前記内燃機関の筒内における壁面付着率及びその付着燃料の残留率との少なくともいずれか一方からなる請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項3】前記負荷状態検出手段は、前記内燃機関への吸入空気の圧力変化を検出するものであり、前記パラメータ可変設定手段は、吸入空気圧が正側に变化した時に、前記壁面付着率を増加させると共に前記残留率を減少させ、吸入空気圧が負側に变化した時に、前記壁面付着率を減少させると共に前記残留率を増加させるようにした請求項1又は2に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項4】請求項3に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

前記吸入空気圧の変化を同圧力の時間微分により検出するようにした内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本説明は、内燃機関における燃料挙動を表すパラメータを用いて同内燃機関に噴射供給する燃料量を制御する内燃機関の燃料噴射制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の制御装置として、内燃機関の吸気系における燃料挙動シミュレーションモデルに基づいて同機関への燃料供給量を制御する技術が知られている（例えば、特開平6-280648号公報等）。このような制御装置では、内燃機関の吸気管壁面への燃料付着量やその蒸発量をパラメータとして同内燃機関の筒内に流入する燃料の挙動を数式化した燃料挙動モデルを用いる。そして、内燃機関の運転条件とその空燃比の目標値とに基づいて同内燃機関に要求される燃料量を算出すると共に、上記燃料の挙動を数式化した燃料

挙動モデルに従って、該算出された要求燃料量を実際に供給すべき燃料量に補正するようにしている。

【0003】こうして上記制御装置では、機関筒内への流入燃料の挙動を表すパラメータを用いた燃料挙動モデルに従って、内燃機関に噴射供給される燃料量が制御される。このため、それらパラメータの設定さえ適正になれば、その制御される燃料供給量が当該内燃機関の空燃比を理想の空燃比に近づけることができ、ひいては燃料供給量が適正に制御されることとなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これら従来の制御装置では、機関暖機後の定常運転時に対応する前記パラメータを用い、C. F. アキノの式として周知の式をそのまま使用して内燃機関の吸気系に付着している燃料量を演算する。そして、その演算された付着燃料量に基づいて同機関に噴射すべき燃料量を決定するようにしている。このため、車両加速時の過渡時等において前記パラメータが変動する際には、付着燃料量等の燃料挙動を正確に予測できず、実際に筒内に流入する燃料量を正しく認識することができなかった。その結果、加速時或いは減速時等において、空燃比の制御精度が極端に低下するという事態を招き、トルク変動によるドライバビリティの悪化や、排気エミッションの悪化の原因となっていた。

【0005】また、インジェクタ近傍における燃料挙動は、主に燃料の壁面付着率やその付着燃料の残留率をパラメータとすることでその燃料動的モデルをシミュレートできる。ところが、既存の制御装置では、壁面付着率や残留率が固定値として与えられていたため、車両の加速要求や減速要求によって内燃機関の負荷状態が変化した場合には壁面への燃料付着量等が変動し、所望の燃料噴射量制御が継続できないという問題があった。

【0006】この発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、内燃機関内での燃料の挙動を表すパラメータを用いて同機関に噴射供給する燃料量を制御するにあたり、たとえ加速過渡時等にあっても同機関への燃料噴射量を常に適正に維持することのできる内燃機関の燃料噴射量制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明では、請求項1に記載したように、内燃機関の負荷状態の変化が検出され（負荷状態検出手段）、当該内燃機関の負荷状態に基づいて、インジェクタによる噴射燃料の壁面付着率とその付着燃料の残留率とからなる燃料挙動を表すパラメータが可変に設定される（パラメータ可変設定手段）。そして、該設定されたパラメータを用いてインジェクタによる燃料噴射量が補正される（燃料噴射量補正手段）。

【0008】かかる場合、請求項2に記載したように、動的挙動を表すパラメータは、吸気ポートにおける壁面

付着率及びその付着燃料の残留率と、前記内燃機関の筒内における壁面付着率及びその付着燃料の残留率との少なくともいずれか一方からなる。すなわち、吸気ポート内で燃料を噴射する内燃機関では、吸気ポートにおける壁面付着率及びその付着燃料の残留率と、前記内燃機関の筒内における壁面付着率及びその付着燃料の残留率とが燃料挙動を表すパラメータとなり、筒内（燃焼室内）に直接、燃料を噴射する内燃機関（いわゆる、筒内直噴式の内燃機関）では、内燃機関の筒内における壁面付着率及びその付着燃料の残留率が燃料挙動を表すパラメータとなる。

【0009】なお、吸気ポートにおける燃料挙動には、インジェクタ下流の吸気通路壁面に対して付着並びに残留する要因の他に、吸気バルブ上面（同バルブの吸気ポート側）に対して付着並びに残留する要因が含まれる。また、内燃機関の筒内における燃料挙動には、筒内壁面に対して付着並びに残留する要因の他に、ピストン上面に対して付着並びに残留する要因が含まれる。

【0010】上記請求項1又は請求項2に記載の構成によれば、燃料挙動を表すパラメータとしての燃料の壁面付着率やその付着燃料の残留率が、内燃機関の負荷状態に応じて可変に設定できるため、例えば車両の加速に伴う負荷状態の変化時にも所望の燃料噴射量を内燃機関に噴射供給できる。その結果、いかなる場合にも安定した空燃比制御を実現することができる。

【0011】より具体的には、請求項3に記載したように、負荷状態検出手段は、内燃機関への吸入空気の圧力変化を検出する。そして、吸入空気圧が正側に变化した旨が検出された時（例えば車両加速時）には、前記壁面付着率を増加させると共に前記残留率を減少させる。また、吸入空気圧が負側に变化した旨が検出された時（車両減速時）には、前記壁面付着率を減少させると共に前記残留率を増加させる（図4、図8参照）。

【0012】つまり、例えば車両加速時においてスロットル弁の開放に伴い吸入空気圧が正側に变化した場合には、インジェクタによる噴射燃料が霧化しにくくなり（液滴な燃料となる）、噴射燃料が壁面（吸気ポート壁面、筒内壁面）に付着する割合が増加する。また、かかる加速時には、吸気流速が瞬時的に増大するため、その勢いによって付着燃料が吸気ポート壁面に残留する割合が減少する。さらに、同じく加速時には、吸気量の増加に伴い筒内圧が上昇するため、圧縮熱によって燃料の気化が促進され、筒内壁面の付着燃料が残留する割合が減少する。

【0013】一方、例えば車両減速時においてスロットル弁の絞りに伴い吸入空気圧が負側に变化した場合には、インジェクタによる噴射燃料が霧化し易くなり（燃料が微粒化される）、噴射燃料が壁面（吸気ポート壁面、筒内壁面）に付着する割合が減少する。また、かかる減速時には吸気流速が減少するため、付着燃料が吸気

ポート壁面に残留する割合が増加する。さらに、同じく減速時には、筒内圧が低下するため、筒内壁面の付着燃料が残留する割合が増加する。

【0014】以上の事象から、本請求項3の構成によれば、燃料の燃料挙動モデルが適切に予測でき、その予測結果を用いることでより一層精密な燃料噴射量制御が実現できることとなる。なお、上記請求項において特に記載していないが、説明上、インジェクタの上流側にスロットル弁が配設されており、同スロットル弁が開側に動作すると吸入空気圧が正側に变化し、スロットル弁が閉側に動作すると吸入空気圧が負側に变化するものとしている。

【0015】また、請求項4に記載の発明によれば、吸入空気圧の変化を同圧力の時間微分により検出することにより、過渡時等の負荷状態の変化を容易に且つ正確に予測することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）以下、本発明を具体化した第1の実施の形態を図面に従って説明する。

【0017】図1は、本実施の形態における構成の概要を説明するためのブロック図である。図1において、内燃機関M1の吸気通路M2にはインジェクタM3が配設されている。負荷状態検出手段M4、パラメータ可変設定手段M5及び燃料噴射量補正手段M6は、例えばマイクロコンピュータを中心に構成される電子制御装置（以下、ECUという）M7により構成され、このうち負荷状態検出手段M4は、内燃機関M1の負荷状態の変化を検出する。パラメータ可変設定手段M5は、負荷状態検出手段M4により検出された前記内燃機関M1の負荷状態の変化に基づいて、前記インジェクタM3による噴射燃料の壁面付着率 R_m とその付着燃料の残留率 P_m とからなる燃料挙動を表すパラメータを可変に設定する。また、燃料噴射量補正手段M6は、パラメータ可変手段M5により設定されたパラメータを用いてインジェクタM3による燃料噴射量 F_i を補正する。上記ECUM7の動作により、インジェクタM3による燃料噴射動作が制御される。

【0018】図2は、本実施の形態にかかる内燃機関の燃料噴射量制御装置をより詳細に示す構成図である。図2において、火花点火式ガソリン多気筒内燃機関（以下、単に内燃機関という）1には吸気管2と排気管3とが接続されている。吸気管2には、アクセルペダル4に連動するスロットル弁5が設けられ、同スロットル弁5の開度は、スロットル開度センサ6により検出されるようになっている。また、吸気管2のサージタンク7には、吸気圧センサ8が配設されている。

【0019】内燃機関1の気筒を構成するシリンダ9内には図の上下方向に往復動するピストン10が配設されており、同ピストン10はコンロッド11を介して図示

しないクランク軸に連結されている。ピストン10の上方にはシリンダ9及びシリンダヘッド12にて区画された燃焼室13が形成されており、燃焼室13は、吸気バルブ14及び排気バルブ15を介して前記吸気管2及び排気管3に連通している。排気管3には、排気ガス中の酸素濃度に応じて異なる電圧信号を出力する空燃比センサ16が設けられている。

【0020】内燃機関1の吸気ポート17には電磁駆動式のインジェクタ18が設けられており、このインジェクタ18には燃料タンク19から燃料（ガソリン）が供給される。なお、本実施の形態では、吸気マニホールドの各分岐管毎に1つずつインジェクタ18を有するマルチポイントインジェクション（MPI）システムが構成されている。この場合、吸気管上流から供給される新気とインジェクタ18による噴射燃料とが吸気ポート17にて混合され、その混合気が吸気バルブ14の開弁動作に伴い燃焼室13内（シリンダ9内）に流入される。

【0021】ディストリビュータ20にはクランク軸の回転状態に応じて720°CA毎にパルス信号を出力するクランク角センサ21と、30°CA毎にパルス信号を出力する回転数センサ22が設けられている。

【0022】一方、ECU30は例えばマイクロコンピュータシステムを中心に構成され、A/Dコンバータ31、入出力インターフェース32、CPU33、ROM34、RAM35、バックアップRAM36、クロック発生回路37等を備える。前記吸気圧センサ8の検出信号及び空燃比センサ16の検出信号は、A/Dコンバータ31に入力され、A/D変換された後にバス38を介してCPU33に入力される。また、前記スロットル開度センサ6の検出信号、クランク角センサ21のパルス信号、及び回転数センサ22のパルス信号は、入出力インターフェース32及びバス38を介してCPU33に入力される。CPU33は、各検出信号に基づいて吸気圧（PM）、空燃比、スロットル開度、基準クランク位置及び機関回転数（Ne）を検知する。

【0023】さらに、ECU30には、前記インジェク

$$F_{mw}(k) = F_i(k-1) \cdot R_m(k-1) + F_{mw}(k-1) \cdot P_m(k-1) \quad \dots (1)$$

この式(1)によれば、時刻kでの壁面付着燃料量 $F_{mw}(k)$ は、前回の噴射燃料量 $F_i(k-1)$ 及び前回の壁面付着率 $R_m(k-1)$ の積と、前回の壁面付着燃料

$$F_c(k) = F_i(k) \cdot (1 - R_m(k)) + F_{mw}(k) \cdot (1 - P_m(k)) \quad \dots (2)$$

この式(2)によれば、時刻kでの筒内流入燃料量 $F_c(k)$ は、今回の噴射燃料量 $F_i(k)$ から今回の燃料付着分を減算した値と、今回の壁面付着燃料量 $F_{mw}(k)$ から今回の燃料残留分を減算した値との和により求められることとなる。

【0028】また、目標空燃比 λ （理論空燃比）での燃料の燃焼を実現する場合において、吸気流量を「Q

タ18の駆動を制御するためのダウンカウンタ39、フリップフロップ40及びインジェクタ駆動回路41が設けられている。すなわち、後述する燃料噴射量制御ルーチンで燃料噴射量が演算されると、その演算結果がダウンカウンタ39に設定され同時にフリップフロップ40もセット状態とされる。この結果、インジェクタ駆動回路41によりインジェクタ18が通電され燃料噴射が開始される。また、ダウンカウンタ39はクロックパルス（図示せず）の計数を開始し、ダウンカウンタ39の値が「0」になるとフリップフロップ40がリセットされる。そして、インジェクタ駆動回路41によりインジェクタ18の通電が遮断され燃料噴射が停止される。すなわち、ECU30で演算された期間だけインジェクタ18が通電され、演算結果に応じた燃料が内燃機関1の各気筒に供給される。

【0024】このように構成された燃料噴射量制御装置において、インジェクタ近傍の燃料の挙動を図3を用いて以下に説明する。図3は、インジェクタ近傍における燃料挙動シミュレーションモデルを示す模式図である。なお、本シミュレーションモデルでは、時刻を表すインデックスを「k」として示す。

【0025】図3において、「 $F_i(k)$ 」は時刻kにインジェクタ18より噴射される燃料量（噴射燃料量）を、「 $F_{mw}(k)$ 」は時刻kに吸気ポート17の壁面に付着している燃料量（壁面付着燃料量）を、「 $F_c(k)$ 」は時刻kに筒内（シリンダ9内）へ流入する燃料量（筒内流入燃料量）を、それぞれ示す。かかる場合、時刻kの噴射燃料量 $F_i(k)$ のうち、吸気ポート17の壁面に付着する割合（壁面付着率）を「 $R_m(k)$ 」とし、時刻kの壁面付着燃料量 $F_{mw}(k)$ のうち、吸気ポート17の壁面に残留する割合（残留率）を「 $P_m(k)$ 」とすれば、以下の式(1)、式(2)が成立する。なお、この式は、C. F. アキノの式として一般に知られている。

【0026】

量 $F_{mw}(k-1)$ 及び前回の燃料残留率 $P_m(k-1)$ の積との和により求められることとなる。

【0027】

（k）」とすれば、実際に筒内に流入すべき目標流入燃料量 $F_{cr}(k)$ は次の式(3)により求められる。

【0029】

$$F_{cr}(k) = Q(k) / \lambda \quad \dots (3)$$

この場合、インジェクタ近傍での燃料挙動を表す前記の式(1)、式(2)が実際の燃料挙動と一致するとすれば、

$$F_{cr}(k) = F_c(k) \quad \dots (4)$$

が成立する。なお、吸気流量 $Q(k)$ は、吸気圧 P_M 及び機関回転数 N_e をパラメータとするマップから基本吸入空気量を求め、該求められた基本吸入空気量をその時の吸気温度で補正することから算出できる。

$$F_i(k) = \{F_{cr}(k) - (1 - R_m(k) \cdot F_{mw}(k))\} / (1 - R_m(k)) \quad \dots (5)$$

この場合、燃料噴射量 $F_i(k)$ を求めるには、前記式(1)から算出される壁面付着燃料量 $F_{mw}(k)$ が用いられる。

【0032】以上の各式によれば、インジェクタ18による噴射燃料の壁面付着率 $R_m(k)$ 、付着燃料の残留率 $P_m(k)$ の正しい値を求め、それにより前記式

(5)を解くことができれば、インジェクタ18に要求される噴射燃料量 $F_i(k)$ が算出できることとなる。

【0033】ここで、従来一般には、壁面付着率 $R_m(k)$ 及び付着燃料の残留率 $P_m(k)$ は固定値として扱われていた。しかし、壁面付着率 $R_m(k)$ 、付着燃料の残留率 $P_m(k)$ は、機関の運転状態によって変動し、必ずしも一定値とは限らない。つまり、図4に示すように、壁面付着率 $R_m(k)$ 、残留率 $P_m(k)$ は、吸気管2内の吸気圧 P_M のスパイク的な変化に応じて変

$$\begin{pmatrix} R_m(k) \\ P_m(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix} \left(\frac{\Delta P_M}{\Delta k} \right) \quad \dots (6)$$

【0036】但し、 $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $c > 0$ 、 $d < 0$ である。前記の式(6)において、 a 、 b 、 c 、 d は、実験によって求めることのできる定数であって、機関運転時において学習することも可能である。 ΔP_M は、前回から今回までの吸気圧 P_M の変化量を示す値であって、前回の吸気圧を $P_M(k-1)$ 、今回の吸気圧を $P_M(k)$ とすると、 $\Delta P_M = P_M(k) - P_M(k-1)$ として算出される。 Δk は、前回から今回までの時間変化量である。つまり、 $(\Delta P_M / \Delta k)$ は、吸気圧 P_M の変化速度に相当する。

【0037】以上のことから、本実施の形態による燃料噴射量制御が行われた場合には、車両の加速或いは減速に伴う吸気圧変動が発生した時点で、残留率 $P_m(k)$ 及び壁面付着率 $R_m(k)$ が随時、吸気圧変動に追従して可変に設定できることになる。

【0038】上記パラメータを可変に設定する際の根拠をより具体的に説明すれば、例えば車両加速時においてスロットル弁5の開放動作に伴い吸気圧 P_M が正側に变化した場合($(\Delta P_M / \Delta k) > 0$ の場合)には、インジェクタ18による噴射燃料が霧化しにくくなり(液滴な燃料となる)、噴射燃料が壁面に付着する割合が増加する(壁面付着率 R_m が増加する)。また、かかる加速時には、吸気流速が瞬時的に増大するため、その勢いによって壁面付着燃料が筒内に押し流され、当該付着燃料が壁面に残留する割合が減少する(瞬間的に残留率 P_m

【0030】従って、目標空燃比 λ での燃焼を実現する際において、インジェクタ18による噴射燃料量 $F_i(k)$ は、前記式(2)を変形することにより次の式(5)から求められることとなる。

【0031】

動する。この吸気圧 P_M のスパイク的な変化は、車両の加速要求或いは減速要求に伴い発生する。詳しくは、吸気圧 P_M が正方向(加速方向)へ変動した瞬間において、壁面付着率 $R_m(k)$ が増加すると共に、残留率 $P_m(k)$ が減少する。また、吸気圧 P_M が負方向(減速方向)へ変動した瞬間において、壁面付着率 $R_m(k)$ が減少すると共に、残留率 $P_m(k)$ が増加する。

【0034】そこで、本実施の形態の特徴として、前記壁面付着率 $R_m(k)$ 及び残留率 $P_m(k)$ を吸気圧 P_M の時間微分値に応じて可変に設定する。この時、 $R_m(k)$ 、 $P_m(k)$ の設定は、次の式(6)に基づいて実施する。

【0035】

【数1】

が減少する)。すなわち、 $(\Delta P_M / \Delta k) > 0$ の場合には、壁面付着率 $R_m(k)$ を増加側の値に設定すると共に、残留率 $P_m(k)$ を減少側の値に設定すればよいことになる。

【0039】一方、例えば車両減速時においてスロットル弁5の絞り動作に伴い吸気圧 P_M が負側に变化した場合($(\Delta P_M / \Delta k) < 0$ の場合)には、インジェクタ18による噴射燃料が霧化し易くなり(燃料が微粒化される)、噴射燃料が壁面に付着する割合が減少する(壁面付着率 R_m が減少する)。また、かかる減速時には吸気流速が減少するため、付着燃料の筒内への流入は少なくなり、付着燃料が壁面に残留する割合が増加する(残留率 P_m が増大する)。すなわち、 $(\Delta P_M / \Delta k) < 0$ の場合には、壁面付着率 $R_m(k)$ を減少側の値に設定すると共に、残留率 $P_m(k)$ を増加側の値に設定すればよいことになる。

【0040】図5は、上述した燃料噴射量制御を実行するため手順を示すフローチャートであり、同処理は、各気筒の燃料噴射毎(4気筒であれば、180°CA毎)にECU30内のCPU33により実行される。

【0041】さて、図5の処理がスタートすると、CPU33は、先ずステップ101~104で筒内目標空燃比 λ を算出する。詳しくは、CPU33は、ステップ101で内燃機関1の制御上の目標空燃比(便宜上、制御目標空燃比 λ_a と言う)を設定する。また、CPU33

は、続くステップ102で空燃比センサ16の出力により得られる空燃比（便宜上、排気空燃比 λb と言う）が計測可能であるか否かを判別する。ここで、ステップ102の判別処理は、周知の空燃比フィードバック制御条件を判別する処理に相当し、機関の冷却水温が所定温度以上であること、空燃比センサ16が活性状態であること、機関が高回転・高負荷状態であること等を含む。

【0042】そして、ステップ102が否定判別されれば（フィードバック条件不成立時）、CPU33はステップ103に進んでその時の制御目標空燃比 λa を排気空燃比 λb として設定した後、ステップ104に進む。また、前記ステップ102が肯定判別されれば（フィードバック条件成立時）、CPU33はステップ103をバイパスしてそのままステップ104に進む。ステップ104において、CPU33は、制御目標空燃比 λa の2乗を排気空燃比 λb で除算して筒内目標空燃比 λ を算出する。

【0043】その後、CPU33は、ステップ105で前述の式(3)を用いて、筒内へ流入すべき目標流入燃料量 $F_{cr}(k)$ を算出する。次いで、CPU33は、ステップ106で燃料挙動の予測パラメータである噴射燃料の壁面付着率 $R_m(k)$ と付着燃料の残留率 $P_m(k)$ を前述の式(6)に基づき算出する。このとき、吸気圧 P_M の時間微分値 $(\Delta P_M / \Delta k)$ は、図示しない他のルーチンにて算出されている。

【0044】さらに、CPU33は、ステップ107で上記ステップ105、106より得られた目標流入燃料量 $F_{cr}(k)$ 、壁面付着率 $R_m(k)$ 、付着燃料の残留率 $P_m(k)$ を使用し、前述の式(5)に基づいてインジェクタ18による実際の噴射燃料量 $F_i(k)$ を算出する。最後に、CPU33は、ステップ108で前述の式(1)に基づいて時間インデックス k を $(k+1)$ としたときの壁面付着燃料量 $F_{mw}(k+1)$ を演算して本ルーチンを終了する。

【0045】なお、本実施の形態では、図5のステップ106が燃料挙動を表すパラメータ(P_m, R_m)を可変に設定するためのパラメータ可変設定手段に相当する。また、同ステップ106で使用する式(6)の「 $\Delta P_M / \Delta k$ 」の項が、負荷状態検出手段に相当する。さらに、図5のステップ107が燃料挙動パラメータ(P_m, R_m)を用いて燃料噴射量を補正するための燃料噴射量補正手段に相当する。

【0046】以上詳述した本実施の形態によれば、以下の効果が得られる。

(a) 要するに、本実施の形態では、内燃機関1の負荷状態の変化に基づいて、吸気ポート17における燃料挙動パラメータ（噴射燃料の壁面付着率 R_m 、付着燃料の残留率 P_m ）を可変に設定するようにした（図5のステップ106）。そして、該設定したパラメータを用いてインジェクタ18による噴射燃料量 F_i を補正するよう

にした（図5のステップ107）。従って、車両の加速或いは減速等における内燃機関1の過渡運転時にあっても、その時の機関運転状態に応じた燃料挙動パラメータを設定することができる。つまり、壁面付着率 R_m や残留率 P_m が固定値であった従来の装置とは異なり、過渡運転時において実際の燃料挙動を的確に予測したシミュレーションモデルを実用化することができる。

【0047】以上のことから、過渡運転時に噴射燃料の壁面付着率 R_m や付着燃料の残留率 P_m が変動したとしても、所望の燃料噴射量制御を継続することができ、空燃比の変動を抑制することができる。その結果、トルク変動によるドライバビリティの悪化や、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【0048】図6は、吸気圧 P_M の変化に伴う排気空燃比 (A/F) の変動を示すタイムチャートである。同図の排気空燃比において、実線は本実施の形態における推移を示し、破線は従来技術における推移を示す。同図に示すように、従来技術（燃料挙動パラメータを固定）の場合には吸気圧 P_M の変動に伴い排気空燃比が目標空燃比から大きく外れるが、本実施の形態（燃料挙動パラメータを可変）の場合には排気空燃比の変動が少なくなり、空燃比がいち早く目標値に収束するのが分かる。

【0049】(b) 特に、本実施の形態では、吸気圧 P_M の時間微分値 $(\Delta P_M / \Delta k)$ から内燃機関1の負荷状態の変化を検出するようにしたため、過渡時等における負荷状態の変化を容易に且つ正確に予測することができる。また、微少な負荷状態の変化時にあっても、適正な燃料噴射量制御を実現することができる。

【0050】(c) また、本実施の形態では、車両の加速時には、壁面付着率 R_m を増加させると共に残留率 P_m を減少させ、車両の減速時には、壁面付着率 R_m を減少させると共に残留率 P_m を増加させるようにした。このことから、燃料の動的挙動が適切に予測でき、その予測結果を用いることでより一層精密な燃料噴射量制御が実現できることとなる。

【0051】（第2の実施の形態）次に、本発明の第2の実施の形態を図7～図9に従って説明する。但し、本実施の形態の構成において、上述した第1の実施の形態と同等であるものについては図面に同一の記号を付すと共にその説明を簡略化する。そして、以下には第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0052】つまり、上記第1の実施の形態における燃料噴射量制御装置では、吸気ポート17における燃料挙動シミュレーションモデルを使用してその際の予測パラメータ(R_m, P_m)に基づいてインジェクタ18による噴射燃料量 F_i を補正していたが、本実施の形態における燃料噴射量制御装置では、新たに筒内の燃料挙動シミュレーションモデルを追加して筒内の燃料挙動パラメータをも反映した燃料噴射量制御を行うものである。図7は、吸気ポート17並びに筒内（シリンダ9内）にお

ける燃料挙動シミュレーションモデルを示す模式図である。

【0053】図7において、新たに「 $F_{cw}(k)$ 」は時刻 k に筒内壁面に付着している燃料量（筒内壁面付着燃料量）を示す（なお、この $F_{cw}(k)$ にはピストン上面に付着する燃料量も含む）。また、時刻 k の噴射燃料量 $F_i(k)$ のうち筒内壁面に付着する割合（筒内壁面付着率）を「 $R_c(k)$ 」とし、時刻 k の筒内壁面付

$$F_{cw}(k) = F_i(k-1) \cdot (1 - R_m(k-1)) \cdot R_c(k) + F_{cw}(k-1) \cdot P_c(k-1) \quad \dots (7)$$

$$F_c(k) = F_i(k) \cdot (1 - R_m(k)) \cdot (1 - R_c(k)) + F_{mw}(k) \cdot (1 - P_m(k)) + F_{cw}(k) \cdot (1 - P_c(k)) \quad \dots (8)$$

つまり、本実施の形態では、燃料挙動パラメータとして新たに、筒内壁面付着率 $R_c(k)$ とその付着燃料の残留率 P_c とが加えられると共に、筒内壁面付着燃料量 $F_{cw}(k)$ が上記(7)式により算出されるため、上記第1の実施の形態の式(2)に代えて、上記式(8)により筒内流入燃料量 $F_c(k)$ が算出されることとなる。

$$\begin{pmatrix} R_c(k) \\ P_c(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} g \\ h \end{pmatrix} \left(\frac{\Delta PM}{\Delta k} \right) \quad \dots (9)$$

【0057】但し、 $0 < e < 1$ 、 $0 < f < 1$ 、 $g > 0$ 、 $h < 0$ である。式(9)において、 e 、 f 、 g 、 h は、定数である。上記の式(9)によれば、加速時或いは減速時等の過渡時において、燃料挙動パラメータ（筒内壁面付着率 R_c 、筒内残留率 P_c ）が適正に設定できることとなる。この場合、図8に示すように、燃料挙動パラメータの変化は、吸気圧 PM の変化（負荷状態の変化）に相応していることが分かる。

【0058】より具体的に説明すれば、例えば車両加速時においてスロットル弁5の開放動作に伴い吸気圧 PM が正側に变化した場合（ $(\Delta PM / \Delta k) > 0$ の場合）には、液滴な燃料が筒内に流入すると共に瞬間的な吸気流速の増加によって当該燃料が筒内壁面に衝突しやすくなるため、筒内壁面付着率 R_c が増加する。また、かかる加速時には、吸気量の増大によって筒内圧が上昇するため、圧縮熱によって気化が促進され筒内残留率 P_c が減少する。すなわち、 $(\Delta PM / \Delta k) > 0$ の場合には、筒内壁面付着率 $R_c(k)$ を増加側の値に設定すると共に、筒内残留率 $P_c(k)$ を減少側の値に設定すればよいことになる。

【0059】一方、例えば車両減速時においてスロットル弁5の絞り動作に伴い吸気圧 PM が負側に变化した場合（ $(\Delta PM / \Delta k) < 0$ の場合）には、十分に霧化された燃料が筒内に流入することから、筒内壁面付着率 R_c は減少する。また、かかる減速時には筒内圧が低下するために筒内残留率 P_c が増大する。すなわち、 $(\Delta PM / \Delta k) < 0$ の場合には、筒内壁面付着率 $R_c(k)$

着燃料量 $F_{cw}(k)$ のうち筒内壁面に残留する割合（筒内残留率）を「 $P_c(k)$ 」とすれば、以下の式(7)、式(8)により、筒内壁面付着燃料量 $F_{cw}(k)$ 及び筒内流入燃料量 $F_c(k)$ が算出される。このとき、筒内流入燃料量 $F_c(k)$ は燃焼に関与する筒内燃料量に相当する。

【0054】

【0055】さらに、本制御式においても第1の実施の形態と同様に、燃料挙動パラメータとしての噴射燃料の筒内壁面付着率 R_c 、筒内壁面付着燃料の筒内残留率 P_c は、次の式(9)に示す如く吸気圧の微分値（ $\Delta PM / \Delta k$ ）に応じて可変に設定される。

【0056】

【数2】

を減少側の値に設定すると共に、筒内残留率 $P_c(k)$ を増加側の値に設定すればよいことになる。

【0060】上記シミュレーションモデルを用いた燃料噴射量制御を行うにあたってのフローチャートを図9に示す。なお、本フローは第1の実施の形態における図5のフローに相当するものであって、図9のステップ201～205では図5のステップ101～105と同じ処理が実施される。また、図9のステップ206～208は、図5のステップ106～108に対応するよう変更されている。以下に、ステップ206～208の処理を説明する。

【0061】つまり、CPU33は、ステップ206で吸気圧 PM の時間微分値（ $\Delta PM / \Delta k$ ）に応じて燃料挙動パラメータを算出する。ここで、吸気ポート17における燃料挙動パラメータ（ R_m 、 P_m ）は、前記の式(6)を用いて求められ、筒内における燃料挙動パラメータ（ R_c 、 P_c ）は、前記の式(9)を用いて求められる。

【0062】その後、CPU33は、ステップ207で前記の式(8)を変形した演算式を用いてインジェクタ18による噴射燃料量 $F_i(k)$ を算出する。最後に、CPU33は、ステップ208で前記の式(1)に基づいて時間インデックス k を（ $k+1$ ）としたときの壁面付着燃料量 $F_{mw}(k+1)$ を演算すると共に、前記の式(7)に基づいて時間インデックス k を（ $k+1$ ）としたときの筒内壁面付着燃料量 $F_{cw}(k+1)$ を演算した後、本ルーチンを終了する。

【0063】以上第2の実施の形態によれば、筒内燃料挙動シミュレーションモデルを追加したため、燃料挙動パラメータをより一層精密に設定することができ、燃料噴射量の制御精度を向上させることができる。その結果、たとえ加速過渡時等にあっても内燃機関1への燃料噴射量を常に適正に維持するという本発明の目的を達成することができる。

【0064】(第3の実施の形態)次に、本発明における第3の実施の形態を説明する。図10は本実施の形態にかかる内燃機関の燃料噴射量制御装置の概略構成を示す。図10における内燃機関の特徴は、燃料が筒内へ直接噴射されるようインジェクタ18が装着されていることにある(いわゆる、筒内直噴方式の内燃機関である)。このような筒内直噴方式の内燃機関においては、吸気ポート17への噴射燃料の付着を無視できるため、吸気ポート17での燃料挙動パラメータ(壁面付着率 R_m 、残留率 P_m)を共に「0」にすればよい。こうして $R_m(k)=0$ 、 $P_m(k)=0$ とすることにより、前記第2の実施の形態の制御ロジックそのまま適用できる。

【0065】本第3の実施の形態によれば、筒内直噴式の内燃機関においても、燃料挙動パラメータを適正に設定することができ、燃料噴射量の制御精度を向上させることができる。その結果、上記各実施の形態と同様に、たとえ加速過渡時等にあっても内燃機関1への燃料噴射量を常に適正に維持するという本発明の目的を達成することができる。

【0066】なお、本発明は、上記各実施の形態の他に次の形態にて実現できる。

(1)上記各実施の形態では、内燃機関の負荷状態の変化を検出する手段として、吸気圧 P_M の時間微分値(吸気圧速度)を用いたが、これを変更してもよい。例えば、スロットル開度やアクセル開度の変化から負荷状態の変化を検出し、その検出結果を燃料挙動パラメータ(壁面付着率 R_m 、残留率 P_m)に反映させるようにしてもよい。

【0067】(2)上記第1、第2の実施の形態では、

マルチポイントインジェクション(MPI)システムにて燃料噴射量制御装置を具体化した、これに代えてシングルポイントインジェクション(SPI)システムにて本制御装置を具体化してもよい。この場合には、吸気マニホールド内での噴射燃料の壁面付着率及び残留率が主となる予測パラメータを設定すればよく、筒内での燃料挙動を考慮する必要性が少なくなる。

【0068】(3)併せて、インジェクタによる燃料噴射動作が同期噴射であるか、又はグループ噴射であるかに応じて燃料挙動の予測パラメータの設定方法を変更してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における内燃機関の燃料噴射量制御装置の概要を説明するためのブロック図。

【図2】第1の実施の形態における内燃機関の燃料噴射量制御装置の概略を示す構成図。

【図3】吸気ポートにおける燃料挙動シミュレーションモデルを示す模式図。

【図4】吸気圧と、噴射燃料の壁面付着率並びに付着燃料の残留率との関係を示すタイムチャート。

【図5】第1の実施の形態における燃料噴射量制御手順を示すフローチャート。

【図6】第1の実施の形態の効果を説明するためのタイムチャート。

【図7】吸気ポート及び筒内における燃料挙動シミュレーションモデルを示す模式図。

【図8】吸気圧と、噴射燃料の筒内壁面付着率並びに筒内残留率との関係を示すタイムチャート。

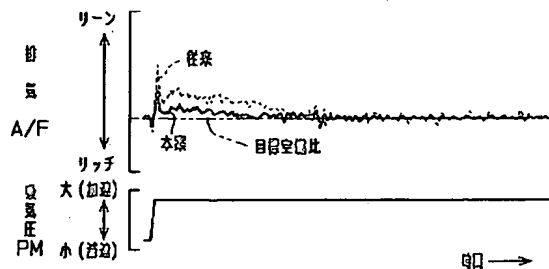
【図9】第2の実施の形態における燃料噴射量制御手順を示すフローチャート。

【図10】第3の実施の形態における内燃機関の周辺構造を示す構成図。

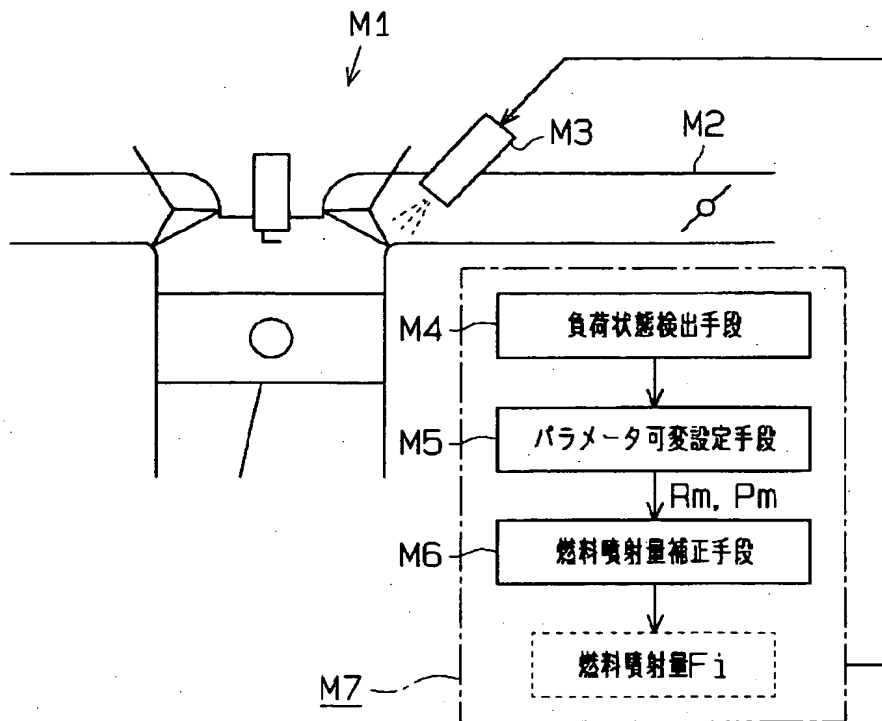
【符号の説明】

1…内燃機関、18…インジェクタ、33…負荷状態検出手段、パラメータ可変設定手段、燃料噴射量補正手段としてのCPU。

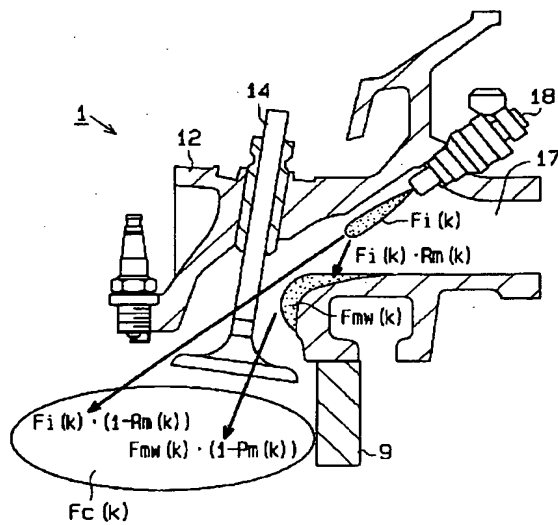
【図6】



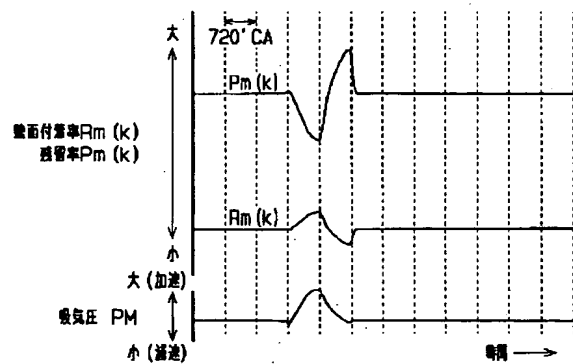
【図1】



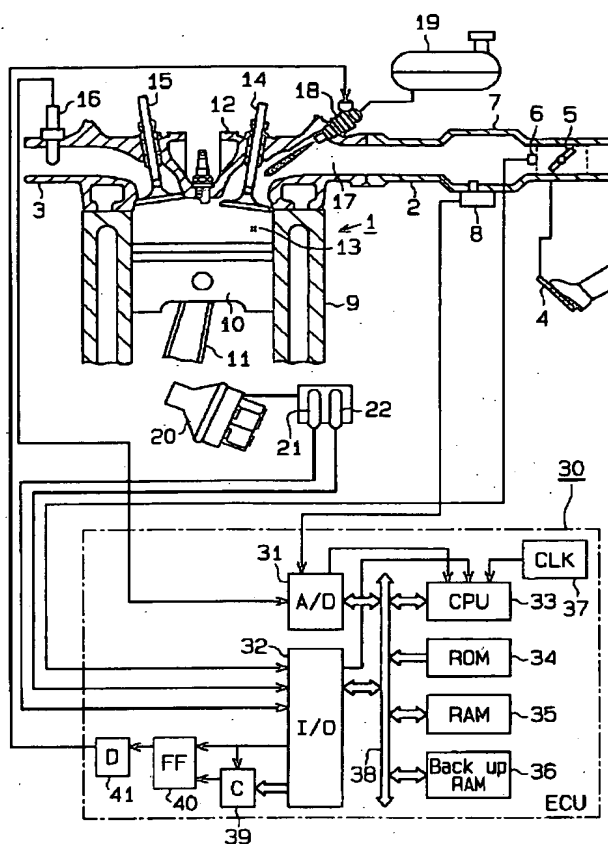
【図3】



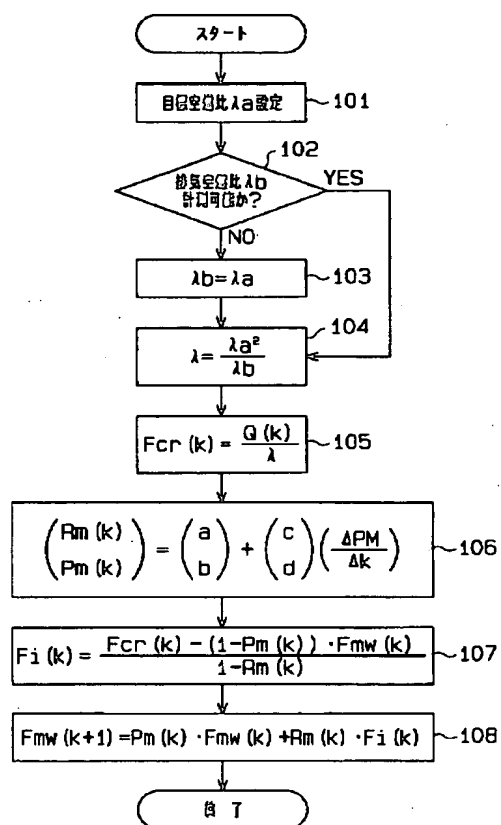
【図4】



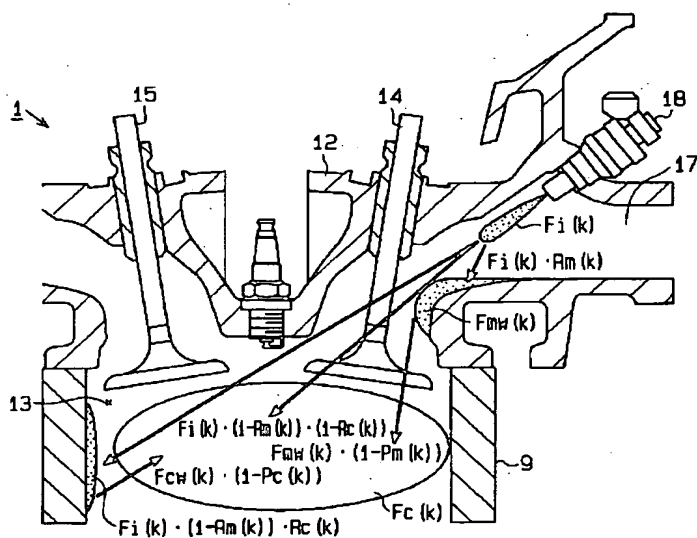
【図2】



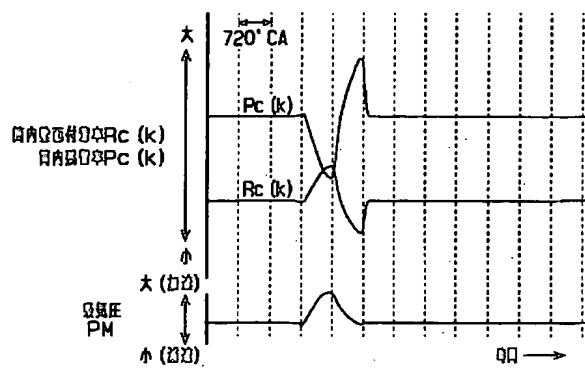
【図5】



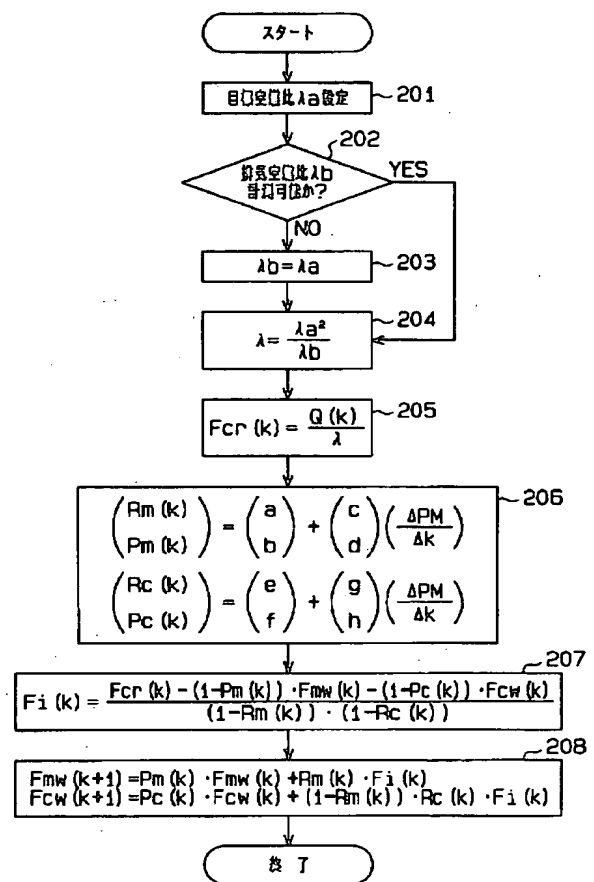
【図7】



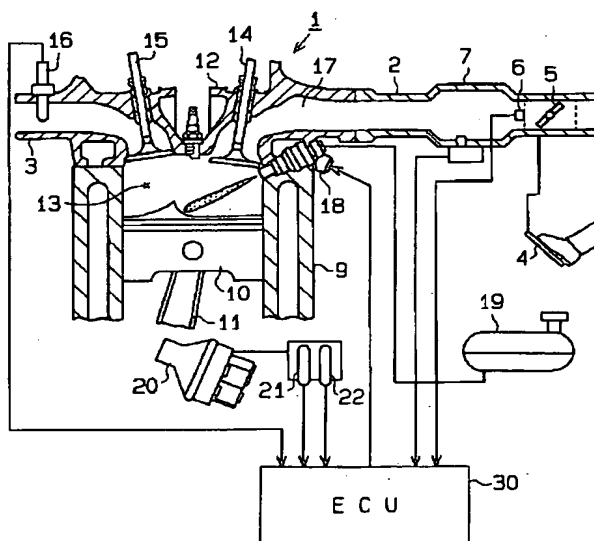
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 金原 賢治
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 小浜 時男
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 那須 昌博
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内